

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-057587

(43)Date of publication of application : 02.03.1999

(51)Int.Cl.

B05C 11/105

B05C 5/02

B05D 3/00

G02F 1/00

G03F 7/16

H01L 21/00

(21)Application number : 09-226023

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

(22)Date of filing : 22.08.1997

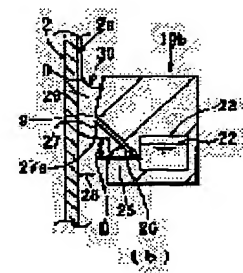
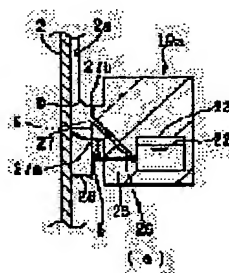
(72)Inventor : OZAKI KAZUTO  
OKUNO EIJI

## (54) COATING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To surely prevent a coating from getting thin at the time of coating startup.

**SOLUTION:** The thickness of the coating film at the start of coating can be kept constant in a prescribed desired thickness by utilizing a coating characteristic that the film thickness is thicker as a gap dimension between a nozzle member 19a and the surface of a substrate 2 to be coated made is narrower thereby canceling the thin film part at the start of coating. Since the liquid quantity supplied through a slit 26 from a coating liquid tank 23 is increased by narrowing the gap dimension in accordance with the slow moving action of the coating liquid stopped in a slit 26 to increase the reducing ratio of a liquid well applied and consumed on the substrate 2 and to strongly work the capillary phenomenon in the interval of start coating to reach the desired thickness, the prescribed fixed film thickness is obtained from the starting position of coating. Thus the coating film is surely prevented from being made thin in thickness in the section of starting the as the conventional method.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY



of rejection]

[Date of extinction of right]

# ACTIONの引例

(10) 日本国特許庁 (J.P.)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-57587

(43) 公開日 平成11年(1999)3月2日

(51) Int. Cl.

B05C 11/105  
5/02  
B05D 3/00  
G02F 1/00  
G03F 7/16

識別記号

F I

B05C 11/105  
5/02  
B05D 3/00  
G02F 1/00  
G03F 7/16

D

審査請求 未請求 請求項の数 8 頁 1 (全 19 頁) 続きの頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-228023

(22) 出願日

平成9年(1997)4月22日

(71) 出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区瀬川通寺之内上る4丁

目天井上町1番地の1

(72) 発明者 尾崎 一人

京都府京都市高宮町480番地の1 大日本

スクリーン製造株式会社彦根地区事業所内

(72) 発明者 奥野 英治

京都府京都市高宮町480番地の1 大日本

スクリーン製造株式会社彦根地区事業所内

(74) 代理人 弁理士 小谷 悦司 (外3名)

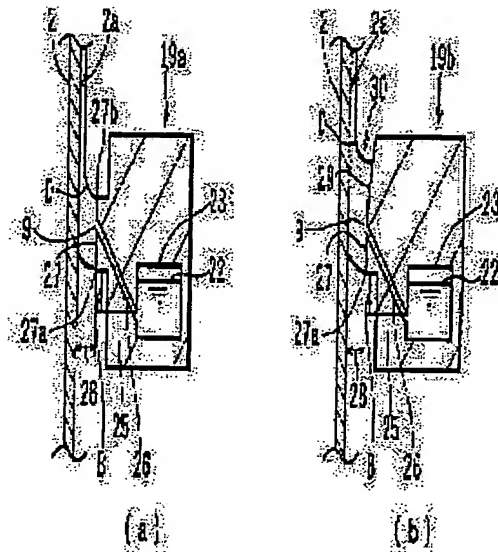
(54) 【発明の名称】 塗布装置

(57) 【要約】

(修正有)

【課題】 塗布開始時近傍における厚膜化を確実に防止する。

【解決手段】 ノズル部材19と基板2の被塗布面2aとのギャップ寸法が狭いほど厚膜化する塗布特性を用いて、塗布開始時近傍の厚膜を相殺して塗布開始時近傍の塗布膜厚を所定の目標膜厚に一定化することができる。この目標膜厚になるまでの塗布開始区間において、スリット26内に停止していた塗布液の動きだしが速い分だけ、上記ギャップ寸法を狭くすることで、基板2に塗布されて目殺される液溜りの減少比率が多くなることと毛細管現象が強く働くことにより、塗布液槽23からスリット26を通して供給される液量を増やすことができるため、塗布開始位置から所望の一定膜厚を得ることができる。従来のような塗布開始区間における厚膜化を確実に防止することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 塗布液を供給可能なノズル手段と、立設した被塗布基板とを被塗布面に沿って相対移動させる。毛管現象で塗布液槽から汲み上げられた塗布液を前記ノズル手段から供給して前記基板の被塗布面に塗布する塗布装置において、

塗布開始時近傍の薄膜化に応じて、塗布膜厚が一定になるように、前記ノズル手段と基板の被塗布面との相対移動速度、前記ノズル手段と基板の被塗布面とのギャップ寸法、および前記塗布液槽内の液面高さのうち少なくとも何れかを可変する制御手段を有することを持徴とする塗布装置。

【請求項2】 立設した基板の被塗布面に対して、毛管現象で塗布液槽から汲み上げられた塗布液を塗布する塗布装置において、

塗布液を貯留可能な塗布液槽と、

この塗布液槽に一端が連通され外部流出口に他端が連通されて斜め上方に延びる塗布液流出路が前面壁部に配設されたノズル手段と、

前記ノズル手段と基板を被塗布面に沿って相対移動させる移動手段と、

前記ノズル手段と基板の被塗布面とを接近または離間するように移動させるギャップ可変手段と、

塗布開始時近傍の薄膜化に応じて、塗布膜厚を一定にするべく、前記ノズル手段と基板の被塗布面とのギャップ寸法を可変するように前記ギャップ可変手段を制御すると共に、前記ノズル手段と基板を被塗布面に沿って相対移動させるように移動手段を制御する制御手段とを有することを持徴とする塗布装置。

【請求項3】 立設した基板の被塗布面に対して、毛管現象で塗布液槽から汲み上げられた塗布液を塗布する塗布装置において、

塗布液を貯留可能な塗布液槽と、

この塗布液槽に一端が連通され外部流出口に他端が連通されて斜め上方に延びる塗布液流出路が前面壁部に配設されたノズル手段と、

前記ノズル手段と基板を被塗布面に沿って相対移動させる移動手段と、

塗布開始時近傍の薄膜化に応じて、塗布膜厚が一定になるように、前記移動手段の相対移動速度を可変する制御手段とを有することを持徴とする塗布装置。

【請求項4】 立設した基板の被塗布面に対して、毛管現象で塗布液槽から汲み上げられた塗布液を塗布する塗布装置において、

塗布液を貯留可能な塗布液槽と、

この塗布液槽に一端が連通され外部流出口に他端が連通されて斜め上方に延びる塗布液流出路が前面壁部に配設されたノズル手段と、

前記ノズル手段と基板を被塗布面に沿って相対移動させる移動手段と、

前記塗布液槽内の液面高さを検出する液面高さ検出手段と、

前記塗布液槽の液面高さを可変する液面高さ可変手段と、

塗布開始時近傍の薄膜化に応じて、塗布膜厚が一定になるように、前記液面高さ検出手段で検出した液面高さを基準として前記液面高さ可変手段を制御すると共に、前記ノズル手段と基板を被塗布面に沿って相対移動させるように移動手段を制御する制御手段とを有することを持徴とする塗布装置。

【請求項5】 立設した基板の被塗布面に対して、毛管現象で塗布液槽から汲み上げられた塗布液を塗布する塗布装置において、

塗布液を貯留可能な塗布液槽と、

この塗布液槽に一端が連通され外部流出口に他端が連通されて斜め上方に延びる塗布液流出路が前面壁部に配設されたノズル手段と、

前記ノズル手段と基板を被塗布面に沿って相対移動させる移動手段と、

前記ノズル手段と基板の被塗布面を接近または離間するように移動させるギャップ可変手段と、

前記塗布液槽内の液面高さを検出する液面高さ検出手段と、

前記塗布液槽の液面高さを可変する液面高さ可変手段と、

塗布開始時近傍の薄膜化に応じて、塗布膜厚を一定にするべく、前記移動手段による相対移動速度、前記ノズル手段と基板の被塗布面のギャップ寸法、および、前記液面高さ検出手段で検出した液面高さを基準とした液面高さの各制御項目のうち複数制御項目を可変するように各手段を制御する制御手段とを有することを持徴とする塗布装置。

【請求項6】 前記制御手段は、塗布液槽から外部流出口に至る塗布液流出路内で塗布液が動き出す際の流出抵抗の大きさに応じて塗布膜厚が一定になるように制御する請求項1～5の何れかに記載の塗布装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、液晶表示デバイス（LCD）、プラズマディスプレイ（PDP）、半導体デバイスおよび各種電子部品などの製造プロセスにおいて、LCDまたはPDP用ガラス基板、半導体基板およびプリント基板などの基板表面に対して、フォトリソト膜、カラーフィルタ材、平坦化材、層間絶縁膜、絶縁膜および導電膜などを形成するために各種塗布液を毛管現象で汲み上げて塗布する塗布装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、基板表面に塗布液を塗布する方法としては、回転塗布方式、フレート塗布方式、スプレー塗布方式およびロールコート方式などがある。

【00003】近年、液晶表示デバイスや半導体デバイスなどの製造プロセスにおいて、基板を水平に保った状態で回転させ、その中央部に塗布液を供給して塗布液に遠心力を与えることで、基板表面上の中央部から外周部に均一に塗布液を塗布する回転塗布方式が広く利用されている。

【00004】ところが、この回転塗布方式では、基板の大型化や角形化の傾向とも相俟って、塗布液を遠心力で外方に飛ばすため、使用される塗布液の有効利用という点で無駄があり、塗布液の利用効率が低かった。また、角形の基板を水平姿勢で回転させることで、基板の大型化にも伴って装置も大型化し、その設置スペースも増大せざるを得なかった。さらに、角形の基板を高速に回転させると、基板表面に気流の乱れが発生し易く、しかも、その基板が大型化すると、その回転時における基板表面上の線速度差が増大することにより、塗布むらや塗布膜厚の均一性などの塗布品質を確保することが難しくなっていた。

【00005】

【発明が解決しようとする課題】このような回転塗布方式の上記問題、つまり、塗布液の利用効率の低下、設置スペースの増大および塗布膜厚の不均一を解決すべく、基板を鉛直姿勢または傾斜した姿勢に立てて保持し、その基板の幅方向（左右方向）のノズルから基板表面に対して塗布液を吐出させつつ、そのノズルを基板上面から下端に移動させるようにして塗布液を塗布する方式の塗布装置が、特開平8-247740号公報「基板への塗布液塗布装置」で提案されているが、この塗布装置について、以下に説明する。

【00006】図14は、塗布装置の概略構成を示す正面図であり、図15は、図14の塗布装置におけるAA線の断面図である。

【00007】図14および図15において、この塗布装置は、基板100を鉛直（垂直）方向に立てて保持するステージ101と、基板100の被塗布面に塗布液102を供給する塗布液槽を内部に有するノズル部材103と、このノズル部材103を基板100に沿って下方に直線移動させる移動手段（図示せず）とから構成されている。このノズル部材103は、両端が開塞され基板100の幅方向に延在する筒状をなしており、基板100の被塗布面と対向する前面壁部104に槽内から外部に貫通したスリット状の塗布液流出路105をその幅方向に形成している。また、基板100の被塗布面と対向する前面壁部104の前端面106は、基板100の被塗布面に非接触でかつ近接するように配設され、その下端106aが塗布液流出路105の出口よりも下方で且つその反対側の入口よりも上方に位置し、その上端106bが、基板100の被塗布面と前端面106との間の隙間107を上方へ無限に延長させた場合と仮定した場合に塗布液流出路105を通過して隙間107内に流入した塗布

液が少なくとも毛細管現象などによって上昇するときの到達高さ位置と塗布液流出路105の出口との間に位置するようになっている。

【00008】上記構成により、塗布液槽内に塗布液流出路105の入口と前端面106の下端106aとの間の高さまで塗布液を注入し、塗布液槽を大気開放とすると、塗布液槽内に供給された塗布液102は、少なくとも毛細管現象によって、塗布液流出路105を通過して槽外に流出し、ステージ101によって鉛直姿勢に保持された基板100の被塗布面と前端面106との間の隙間107内に流入する。

【00009】この隙間107内に流入した塗布液は、毛細管現象などによってその隙間107内を前端面106の下端106aまで下降するが、前端面106の下端106aから流下することはない。また、隙間107内に流入した塗布液の上方への流動は、毛細管現象などによってその隙間107内を前端面106の上端106bまで上昇するが、前端面106の上端106bで規制されてそれ以上には上昇しない。このようにして、基板100の被塗布面と前端面106との間の隙間107内に、基板100の幅方向に延びる帯状の塗布液の液溜りが形成されることになる。

【00010】さらに、この塗布液の液溜りが形成された状態で、基板100の被塗布面と前端面106との間の隙間107を保持したまま、基板100の幅方向（基板100の幅方向と直交する上下方向）にノズル部材103と基板100とを相対的に直動させると、基板100の被塗布面に塗布液が塗布されることになる。このとき、基板100の被塗布面と前端面106の隙間107にある液溜りの塗布液は、基板100の被塗布面に塗布されていくに従って消費されるが、大気開放されたノズル部材103の塗布液槽の塗布液にかかる大気圧と毛細管現象などによって、その消費量とほぼ同等の塗布液が塗布液槽内から塗布液流出路105を通過してその隙間107内に供給される。そのため、塗布時の隙間107内の塗布液量は常にほぼ一定に保持されることになり、基板100に塗布液が連続して略均一な膜厚に塗布されることになる。

【00011】このように、塗布液槽内から毛細管現象などによって塗布液を供給することによって、塗布に伴って、基板100の被塗布面と前端面106の隙間107内にある液溜り量を一定に保持して塗布膜厚を一定にすることを提案しているが、塗布液の塗布開始時近傍においては、塗布膜厚が薄膜化するという問題を有していた。

【00012】かかる塗布開始時近傍における薄膜化の問題の解決を試みた特開平8-141463号公報では、この薄膜化の原因は、基板とノズル部材との間に形成される塗布液のメニスカスカーブの移動の遅れにあると考え、このメニスカスカーブの移動速度を検出し、こ

れを定常速度に保つようにノズル移動速度を高めたり、槽内圧力を制御する手段を設けている。ところが本発明者の研究によれば、かかる構成では塗布開始時における塗膜化は促進されるものの、やはり依然として塗布開始時の近傍位置の膜厚を目標膜厚に一定に制御するには充分ではなく、塗布開始時近傍では塗布膜厚がまた薄くなるという問題を有していた。

【0013】本発明は、上記従来の問題を解決するもので、塗布開始時近傍における塗膜化を確実に防止して一定膜厚にすることが出来る塗布装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の塗布装置は、塗布液を供給可能なノズル手段と、立設した被塗布基板とを被塗布面に沿って相対移動させつつ、毛管現象で塗布液槽から汲み上げられた塗布液を前記ノズル手段から供給して基板の被塗布面に塗布する塗布装置において、塗布開始時近傍の塗膜化に応じて、塗布膜厚が一定になるように、ノズル手段と基板の被塗布面との相対移動速度、ノズル手段と基板の被塗布面とのギャップ寸法、および塗布液槽内の液面高さのうち少なくとも何れかを可変する制御手段を有することを特徴とするものである。

【0015】また具体的には、ギャップ寸法を制御して塗布開始時近傍においても一定膜厚とした場合、好ましくは、本発明の塗布装置は、立設した基板の被塗布面に対して、毛管現象で塗布液槽から汲み上げられた塗布液を塗布する塗布装置において、塗布液を貯留可能な塗布液槽と、この塗布液槽に一端が連通され外部流出口に他端が連通されて斜め上方に延びる塗布液流出口が前面壁部に配設されたノズル手段と、ノズル手段と基板を被塗布面に沿って相対移動させる移動手段と、ノズル手段と基板の被塗布面とを接近または離間するように移動させるギャップ可変手段と、塗布開始時近傍の塗膜化に応じて、塗布膜厚を一定にするべく、ノズル手段と基板の被塗布面とのギャップ寸法を可変するようにギャップ可変手段を制御すると共に、ノズル手段と基板を被塗布面に沿って相対移動させるように移動手段を制御する制御手段とを有することを特徴とするものである。また具体的には、相対移動速度を制御して塗布開始時近傍においても一定膜厚とした場合、好ましくは、本発明の塗布装置は、立設した基板の被塗布面に対して、毛管現象で塗布液槽から汲み上げられた塗布液を塗布する塗布装置において、塗布液を貯留可能な塗布液槽と、この塗布液槽に一端が連通され外部流出口に他端が連通されて斜め上方に延びる塗布液流出口が前面壁部に配設されたノズル手段と、ノズル手段と基板を被塗布面に沿って相対移動させる移動手段と、塗布開始時近傍の塗膜化に応じて、塗布膜厚が一定になるように、移動手段の相対移動速度を可変する制御手段とを有することを特徴とするものである。さらに具体的には、塗布液槽内の液面高さを制御し

て塗布開始時近傍においても一定膜厚とした場合、好ましくは、本発明の塗布装置は、立設した基板の被塗布面に対して、毛管現象で塗布液槽から汲み上げられた塗布液を塗布する塗布装置において、塗布液を貯留可能な塗布液槽と、この塗布液槽に一端が連通され外部流出口に他端が連通されて斜め上方に延びる塗布液流出口が前面壁部に配設されたノズル手段と、ノズル手段と基板を被塗布面に沿って相対移動させる移動手段と、塗布液槽内の液面高さを検出する液面高さ検出手段と、塗布液槽の液面高さを可変する液面高さ可変手段と、塗布開始時近傍の塗膜化に応じて、塗布膜厚が一定になるように、液面高さ検出手段で検出した液面高さを基準として液面高さ可変手段を制御すると共に、ノズル手段と基板を被塗布面に沿って相対移動させるように移動手段を制御する制御手段とを有することを特徴とするものである。以上の場合、塗布液槽はノズル手段の内部にあってもよいし、外部にあってもよい。

【0016】すなわち、塗布開始時近傍の均一化のためには、停止していたノズル手段が塗布開始と同時に基板と相対的に動き出す際に、基板に塗布されて消費される塗布液の液量と、塗布液槽からスリット状の塗布液流出口を通過して供給される塗布液の液量とが等しいことが望まれるわけであるが、本発明者は、詳細なる研究の結果、実際には、スリット状の塗布液流出口内に停止していた塗布液が動きだして定常速度に達するまでは、塗布液流出口内を流れる流出抵抗がかなり大きいために時間を要してしまうからであるということに注目した。即ち、この塗布開始時近傍では、スリット状の塗布液流出口を介して流出してくる塗布液が定常状態よりも少ないために、塗布される塗布膜厚が薄くなってしまふことに主たる塗膜化の要因を見つけた。

【0017】したがって、本発明では、ノズル手段と基板とのギャップ寸法が狭いほど厚膜化し、ノズル手段と基板の被塗布面との相対移動速度が早いほど厚膜化し、塗布液槽内の液面高さが高いほど厚膜化する塗布特性を用いて、塗布開始時近傍の塗膜化を相殺して塗布開始時近傍の塗布膜厚を所定の膜厚に一定化する。つまり、塗布開始位置の近傍において、スリット状の塗布液流出口内に停止していた塗布液の動き出しが遅い分だけ、上記ギャップ寸法を狭くしたり、相対移動速度を早くしたり、塗布液槽内の液面高さを高くしたりして、基板に塗布されて消費される塗布液の液量と、塗布液槽からスリット状の塗布液流出口を通過して供給される塗布液の液量とが等しくなるようにしている。よって、塗布開始位置から所望の膜厚が得られ、従来のような塗布開始時近傍における塗膜化は防止されることになる。この場合にも、スリット状の塗布液流出口内に停止していた塗布液が動き出して定常速度に達するまではある程度の時間を要することになるが、本発明では、この定常速度に達するまでの時間を早めると共に、この定常速度に達する



動作を、膜厚に依存するメカニカスカーブの移動位置までの時間内に済ませれば、塗布開始位置から所望の膜厚が得られることになる。

【0018】次に、さらに具体的には、キャンブ寸法、相対移動速度および塗布液の液面高さの各制御項目のうち複数制御項目を制御して、従来は制限化していた塗布開始時近傍においても一定膜厚とした場合、好ましくは、本発明の塗布装置は、立設した基板の被塗布面に対して、毛管現象で塗布液槽から汲み上げられた塗布液を塗布する塗布装置において、塗布液を貯留可能な塗布液槽と、この塗布液槽に一端が連通され外部流出口に他端が連通されて斜め上方に延びる塗布液流出口が前面壁部に配設されたノズル手段と、ノズル手段と基板を被塗布面に沿って相対移動させる移動手段と、ノズル手段と基板の被塗布面を接近または離隔するように移動させるキャンブ可変手段と、塗布液槽内の液面高さを検出する液面高さ検出手段と、塗布液槽の液面高さを可変する液面高さ可変手段と、塗布開始時近傍の制限化に応じて、塗布膜厚を一定にするべく、移動手段による相対移動速度、ノズル手段と基板の被塗布面のキャンブ寸法および、液面高さ検出手段で検出した液面高さを基準とした液面高さの各制御項目のうち複数制御項目を可変するように各手段を制御する制御手段とを有することを特徴とするものである。以上の場合にも、塗布液槽はノズル手段の外側にあってよいし、内部にあってよい。

【0019】この構成により、上記したキャンブ寸法、相対移動速度および塗布液の液面高さの各制御項目のうち複数項目を同時に用いれば、より安定した塗布開始時近傍の制限化防止効果が得られることになる。

【0020】また、本発明における制御手段は、塗布膜厚の変動の原因である、塗布液流出口内で塗布液が動き出す際の流出抵抗の大きさに応じて、塗布膜厚が一定になるように制御を行う。

【0021】

【発明の実施形態】以下、本発明に係る塗布装置の実施形態について図面を参照して説明するが、本発明は以下に示す実施形態に限定されるものではない。

【0022】（実施形態1）図1は本発明の実施形態1における塗布装置の概略構成を示す斜視図である。

【0023】図1において、壁状に構成されて立設された架台1の表面側中央部に、ガラス基板などの基板2の、被塗布面を外側に向けたい状態で基板2を吸着して鉛直姿勢に保持する吸着ステージ3が配設されている。この吸着ステージ3は、用いるサイズの基板2毎の外周部に対応した箇所に、吸引可能な吸着部材としての吸盤（図示せず）が吐出自在に為されている細長い凹部3aが複数配設されており、基板2への吸盤（図示せず）による吸着後に吸盤（図示せず）を凹部3a内の所定位置に引き込んで収納することで基板2を保持するようになっている。また、吸着部材としての吸盤（図示せず）が基板2

の中央部を保持しないのは、基板2の中央部は重要な回路などが配置される部分であり、吸盤（図示せず）による真空吸引と解除によって温度が下がったり上がったりすることで塗布むらとなるのを防止するためである。したがって、吸盤（図示せず）の形状も基板2の外周部だけを吸引すべく、細長い凹部3aと同様の細長い吸盤形状となっている。なお、ここでは、吸着ステージ3による基板2の保持は、吸盤（図示せず）による吸着の場合を示したが、基板2の上下左右を爪状の部材で引っかけて保持するような構成であってもよいことは言うまでもないことである。

【0024】また、この架台1の表面側および表面側の幅方向両端部の上下位置の4角部にそれぞれ4個の各アイドルギヤ4が左右2組回転自在に各軸受部5でそれぞれ軸支されて配設されている。これらの上部に位置する左右2組の各アイドルギヤ4にそれぞれ架けられた左右の各スチールベルト6の一方端にはそれぞれ、ベース部材7の両端上部がそれぞれ連結されており、また、左右の各スチールベルト6の他方端にはそれぞれ、バランスウェイト8の両端上部がそれぞれ連結されている。また、下部に位置する左右2組の各アイドルギヤ4にそれぞれ架けられた左右の各スチールベルト6の一方端にはそれぞれ、ベース部材7の両端下部がそれぞれ連結されており、また、その左右の各スチールベルト6の他方端にはそれぞれ、バランスウェイト8の両端下部がそれぞれ連結されて、ベース部材7が架台1の表面側で、バランスウェイト8が架台1の表面側でそれぞれ水平に保持されかつ上下に移動可能な状態で、各スチールベルト6が、架台1の幅方向両端部の上下方向にそれぞれ左右2組の各アイドルギヤ4をそれぞれ介して巻回されている。このベース部材7上の中央部には、基板2の幅寸法のノズル口9を有し、そのノズル口9から塗布液を吐出可能なノズルユニット10が配設されている。これらのベース部材7およびノズルユニット10とバランスウェイト8とがそれぞれバランスが取れた静止状態で架台1の表と裏の幅方向両端部間に水平にそれぞれ保持されるようになっている。

【0025】また、架台1の表面側の両端部にはそれぞれ各上下方向に駆動の各リニアモータ11の固定子12が配設されており、これら左右の各リニアモータ11は、その駆動によってノズルユニット10を配置したベース部材7の両端部を各固定子12に沿って上下に直線移動させる構成となっている。この移動手段としてのリニアモータ11は、各上下方向に配設された各スチールベルト6にそれぞれ沿ってベース部材7の両端部および各スチールベルト6の内側にそれぞれ配設されており、図2に示すように、幅方向両端部の各スチールベルト6間にベース部材7を有する固定子12と、ベース部材7の両端部表側の各側壁にそれぞれ各固定子12とそれぞれ対向して配設され、各固定子12の上をスライド自在なスラ

イタ部材15とを有している。このスライダ部材15は、その幅方向両側に各レール部13とそれぞれ嵌合して上下方向に案内される各リニアガイド部16と、各リニアガイド部16の間に配設されると共に、固定子12のベース部14に対向し、図示しない巻線による励磁によって電力を発生させる磁気回路部17と、この磁気回路部17の巻線（図示せず）の両端に接続されたコネクタ18とを有しており、この磁気回路部17の励磁による磁力で、スライダ部材15は固定子12の各レール部13に各リニアガイド部16で案内されて上下に移動自在である。このスライダ部材15が、ノズルユニット10を載置したベース部材7の両端面表側にそれぞれ固着されており、これらの各スライダ部材15の移動によってベース部材7が上下に移動自在になっている。

【0026】ここでは、ノズルユニット10を載置したベース部材7の両端面を固定子12に沿って上下に移動させるように構成したが、ノズルユニット10と基板2とが被塗布面18上で相対的に移動するように構成すればよく、ノズルユニット10を固定して基板2を吸着ステーション3と共に上下にリニアモータやボールねじなどの移動手段で移動するように構成することもできる。2のように、吸着ステーション3を上下に移動させる方がノズルユニット10を移動させるよりも振動が少なく、その振動による塗布むら防止などの観点から吸着ステーション3を移動させる方がよいのであるが、吸着ステーション3を上下に移動させると、装置の高さが倍必要となり、クリーンルームの天井高さには制限があるので、装置の設置が難しくなってしまう。

【0027】さらに、ノズルユニット10は、図3に示すように、基板2の被塗布面18に対向して開口した水平方向の細長いノズル口9から塗布液を吐出可能なノズル手段としてのノズル部材19と、このノズル部材19のノズル口9を基板2の被塗布面18への対向位置Mと点線で示す洗浄用の下方位置Nとの間で、ノズル部材19をその長手方向を回転軸として回転させるノズル部材回転機構部20と、ノズル部材19のノズル口9と基板2の被塗布面18との水平方向の隙間（ギャップ）を可変させるべく、ノズル部材19を基板2に対して接近または離隔自在に駆動するギャップ可変機構部21とを備えている。このノズルユニット10は、塗布処理される基板2のサイズに合った幅寸法のノズル部材19と付け換え可能に構成されている。

【0028】このノズル部材19のうち、図4（a）にはノズル部材19aが、図4（b）には別の型のノズル部材19bが模式的に示されている。これらのノズル部材19a、19b内には、塗布液22を流める塗布液槽23が配設されており、この塗布液槽23は、両端が閉塞され基板2の幅方向に延在する水平方向に細長い筒状に構成されている。この塗布液槽23の中央部に塗布液22を供給する図1の供給チューブ24が連結されてお

り。ベース部材7上に載置されたポンプ43によって供給チューブ24を介して外部から塗布液を塗布液槽23内に供給可能に構成している。また、基板2の被塗布面2aと対向する前面壁部25に塗布液槽23内から外部に斜め上向きに直通した塗布液流出路としてスリット26がその幅方向に形成されている。前端面27の下端27aは、スリット26の出口であるノズル口9と、その反対側の塗布液槽23内への開口との間の高さに位置するように形成されている。また、ノズル部材19a、19bの塗布液槽23には、その内部に貯留される塗布液の液面よりも上方部分において塗布液槽23内部と連通してその内部を加圧し、減圧し、または大気開放にするための圧力設定機構（図示せず）が接続されている。このスリット26は、塗布液槽23の下部とノズル口9との間で直線状に左上向きに傾斜した状態で連結しており、スリット26の下方端が塗布液槽23内に開口し、その上方端が水平方向に細長いノズル口9となっている。さらに、基板2の被塗布面2aと対向する前面壁部25の前端面27は、塗布液の液溜りが形成可能なように、基板2の被塗布面2aに非接触でかつ所定の隙間28で近接するように配置される。

【0029】さらに、図4（a）のノズル部材19aでは、この前端面27の下端27aとスリット26の塗布液槽23内への開口上端との高さ範囲B内に塗布液槽23内の塗布液面が位置するように液面を設定し、その前端面27の上端27bが、基板2の被塗布面2aと前端面27との間の隙間28を上方へ無限に延長させたと同定した場合にその隙間28内に流入した塗布液22が少なくとも毛細管現象などによって上昇できる到達高さ位置とスリット26の出口であるノズル口9との間に位置するようになっている。

【0030】また、図4（b）の別の型のノズル部材19bでは、前端面27の下端27aとスリット26の塗布液槽23内への開口上端との高さ範囲B内に塗布液槽23内の塗布液面が位置するように液面を設定し、ノズル口9から前端面27の前端面上部29は、上方に開くように傾斜している。つまり、基板2の被塗布面2aと前端面上部29との間の隙間30は上に行くほど広がっており、塗布液22が毛細管現象などによってスリット26さらにノズル口9を介して隙間30内を上昇する液面到達高さ位置まで来ている。

【0031】これらのノズル部材19a、19bの特徴を比較すると、ノズル部材19aでは、塗布液22が毛細管現象などによって上昇する到達高さ位置よりも低い位置で前端面27の上端27bが形成されているため、毛細管現象などによる塗布液22の上昇力が内在されており、塗布液22の塗始めから所定膜厚に至るまでの時間がノズル部材19bの場合よりも早く到達するというメリットがある。つまり、ノズル部材19bでは、塗布液22の塗始めに生じる薄い膜厚範囲が、ノズル部材1



9-bの場合よりも狭いというメリットがある。

【0032】また、ノズル部材19-aでは、その前端面27は塗布液22で常に濡れているために塗布液22が乾くことがなく、乾くことによるコンタミネーションの発生原因は抑えられることになる。一方、ノズル部材19-bでは、前端面上部29の傾斜面を、塗布液22の液面が毛細管現象などによって上昇する到達高さ位置は、塗始めと塗終わりなどで、消滅した液面差による槽内の液面高さの低下などのため一定しておらず、液面が低下することによって、今まで塗布液22で濡れていた前端面上部29の傾斜面が乾いてコンタミネーションが生じ、そこから発生したパーティクルが塗布液22中に混入して塗布されることになり、塗布膜の品質が低下するという虞がある。

また、ノズル部材19-bでは、次に別の基板2の被塗布面2-aを塗布する場合にも同様に、前端面上部29の傾斜面を、塗布液22の液面が毛細管現象などによって上昇する到達高さ位置は、前回の塗布時と比べて、基板2の被塗布面2-aと前端面上部29との隙間30が広くなったり狭くなったりすることで一定化しない。このため、その隙間30が広くなったギャップ部分では液面到達高さ位置が低下することによって、今まで塗布液22で濡れていた前端面上部29の傾斜面が乾くことになる。その乾いた部分にコンタミネーションが発生し、それによるパーティクルが塗布液22中に混入して塗布されることになり、塗布膜の品質が低下するという虞がある。

【0033】さらに、ノズル部材19-aでは、基板2の被塗布面2-aと前端面27との隙間28の寸法によって塗布する塗布液22の膜厚が変化するために、膜厚調整用としては効力を発揮するが、細長いノズル口9と基板2の被塗布面2-aとの隙間28に、細長いノズル口9の両端位置で、また、塗始めの位置と塗終わりの位置などでギャップ差が生じるような場合には、その隙間28の差が塗布膜厚差となって反映することになり、基板2の被塗布面2-aに均一な膜厚の塗布液22を塗布することができないという虞がある。これに対して、ノズル部材19-bでは、基板2の厚みが一定でなかったり基板2の被塗布面2-aと細長いノズル口9との隙間30に、基板2が反っていたりノズル部材19-bが傾いていたりして、細長いノズル口9の両端位置で、また、塗始めの位置と塗終わりの位置でギャップ差があるような場合に

も、隙間30が上方に広がっているので、細長いノズル口9の両端部などのギャップ差が吸収されて、塗布膜厚差が生じにくく、基板2の被塗布面2-aにより均一な膜厚の塗布液22を塗布することができるようになる。つまり、隙間30の寸法が小さくなるほど塗布膜厚が厚くなるが、この場合、隙間30を上昇する塗布液22の液面到達高さ位置も上昇することになり、前端面29の傾斜面で液面が上になるほど液面位置における隙間寸法も増えて、細長いノズル口9の両端部などのギャップ

差が吸収されることになる。この上昇液面位置における隙間寸法が塗布膜厚に影響しているため、隙間30の寸法が小さくなるほど塗布膜厚が厚くなるが、上昇液面位置における隙間寸法は広がって塗布膜厚が薄くなって塗布膜厚差は生じにくくなり、基板2の被塗布面2-aに対してより均一な膜厚の塗布液22を塗布することができるようになる。

【0034】一方、図3のノズル部材回転機構部20は、図示しない電磁弁で制御されて、ロッド先端部31を伸長位置と収縮位置との間を移動させるエアシリンダ32が、矢印方向Cにシリンダ前方部のピン32-aを回転中心として回転可能に軸支されている。このロッド先端部31は、アーム部材33の一方端部と回転可能にピン連結されてリンク機構を構成しており、アーム部材33の他方端部は駆動軸34にその長手方向に直交する方向から回転力を伝達可能に固定されている。この駆動軸34は、所定幅で水平方向に延びたベース部材35を下方から支持する支持部材35-aを構方向から貫通して固定されている。このベース部材35の前方端縁上側にはノズル部材19がそのノズル口9を基板2の被塗布面2-a側に向けた状態で、ノズル部材19の長手方向と駆動軸34の軸方向が一致する方向になるように取り付けられている。図3は、エアシリンダ32のロッド先端部31が伸長した場合であり、このとき、ノズル部材19のノズル口9は基板2の被塗布面2-aに対向して塗布可能な状態である。これに対して、エアシリンダ32のロッド先端部31が収縮した場合には、ノズル部材19のノズル口9は、2流鎖線て示すように下方を向いて図示しないノズル洗浄手段によりノズル部材19が洗浄可能な状態となる。このロッド収縮の途中で、ピン32-aを回転中心としてエアシリンダ32が矢印方向Cに揺動しつつロッド先端部31が収縮されることになる。

【0035】また、ギャップ可変機構部21は、スライディングモータ36やサーボモータなどの接触モータ36と、前後の軸受部37、38で軸支され、この接触モータ36の回転軸に連結部39を介して連結されたボールねじ40と、このボールねじ40に結合した移動部材41と、移動部材41の上端が下面で固定されていると共にノズル部材回転機構部20を支持して基板2の被塗布面2-aに対してノズル部材19の前端面27が接近または離間するようにスライド自在なスライド部材42とを備えており、接触モータ36によるボールねじ40の回転で、移動部材41が、ノズル部材19およびノズル部材回転機構部20を載置した状態で前後に移動自在に構成されている。

【0036】ここでは、ギャップ可変機構部21は中央部1箇所として、基板2の厚さのばらつき範囲内でギャップ寸法を調整するようにしているが、さらに、基板2の厚さのばらつきだけでなく、基板2の幅方向にデハがあつて左右両端部での厚さ寸法に差があるような場

合には、ギャップ可変機構部21をベース部材7の左右2箇所配設することで左右独立にギャップ量を調整することかでき、ノズルユニット10の左右に長いノズル部材19を、基板2の幅両端部で厚さが異なることによる幅方向テーパに合わせて平行に、左右位置で各ギャップ量として傾け得るように構成することもできる。

【0037】図5(a)は基板とノズル部材とのギャップ量と、塗布膜厚との関係を示す図である。

【0038】図5(a)に示すように、基板2の被塗布面2aと、ノズル10を有するノズル部材19の前端面27との隙間(ギャップ量)28に応じて塗布膜厚が変化する特性があり、そのギャップ量が大きいほど、それに伴って塗布膜厚が薄くなる。

【0039】この図5(a)のギャップ量に応じて塗布膜厚が変化する特性で、塗布開始時近傍で薄膜化する特性を、塗布開始位置近傍でも所望の塗布膜厚で一定化するように補正することができる。つまり、塗布開始位置近傍で薄膜化に応じてギャップ量を変化させること、即ち、ギャップ量が一定であれば塗布開始時の薄い膜厚状態から所望の塗布膜厚にならっていくが、この薄い膜厚状態の変化を予測し、その予測した薄い膜厚状態と所望の塗布膜厚との膜厚差に応じて塗布開始時のギャップ量を小さなものとしておき、そのギャップ量の減少状態から通常塗布時のギャップ量までの増加を回することで、塗布開始位置近傍で薄くなる塗布膜厚を修正するように制御すれば、塗布開始位置近傍においても所望の塗布膜厚で一定にすることが可能となる。この場合にも、スリット26内に停止していた塗布液が動き出して定常速度に達するまでにはある程度の時間を要することになるが、本発明では、この塗布液流出路内で塗布液が動き出す際の流出抵抗の大きさに応じてそれによる薄膜化を補償するようにギャップ量を減少させることで塗布開始位置から所望の膜厚が得られることになる。

【0040】図6は、図1の塗布装置の概略制御構成を示すブロック図である。

【0041】図6において、操作部52としては、数字を入力するテンキー、電源のオン・オフを入力する電源キー、塗布スタートキー、リニアモータ11の駆動速度の基準値をマニュアル設定する速度設定キーおよび、接離モータ36を駆動させて基板2の被塗布面2aとノズル10との隙間28または隙間30を調整する隙間設定キー、基板サイズ、塗布液粘度および塗布膜厚などを設定する各種設定キーなどで構成されている。また、この操作部52が接続される制御部53はROM54およびRAM55に接続されており、ROM54内に登録された各制御プログラムで用いる制御データを、操作部52から制御部53を介してRAM55内に書き込み可能である。

【0042】また、これらの操作部52、ROM54およびRAM55が接続される制御部53は、リニアモ-

タ駆動回路56を介してリニアモータ11に接続されており、ROM54内に登録されたリニアモータ駆動制御プログラムと、操作部52から入力され、リニアモータ駆動制御プログラムに対応した制御データに基づいて、制御部53は、その制御信号をリニアモータ駆動回路56に出力し、リニアモータ駆動回路56がリニアモータ11を駆動してベース部材7上のノズルユニット10を、基板2の被塗布面2aに対する所定上下位置に移動自在である。また、制御部53は、ROM54内に登録されたリニアモータ駆動制御プログラムと、基板サイズ、塗布液粘度および塗布膜厚などの各種設定キーからの入力や、操作部52の塗布スタートキーの入力によって、リニアモータ駆動制御プログラムに対応した制御データに基づいて、リニアモータ駆動回路56を介してリニアモータ11を駆動して所定速度でノズル走行させつつ塗布可能なように制御するようになっている。

【0043】さらに、これらの操作部52、ROM54およびRAM55が接続される制御部53は、接離モータ駆動回路57を介して接離モータ36に接続されており、ROM54内に登録された接離モータ駆動制御プログラムと、操作部52から入力され、接離モータ駆動制御プログラムに対応した制御データに基づいて、制御部53は、その制御信号を接離モータ駆動回路57に出力し、接離モータ駆動回路57が接離モータ36を駆動してベース部材7上のノズルユニット10を基板2の被塗布面2aに対して接近または離間させて所定ギャップ位置に移動自在に制御可能である。この制御データとしては、塗布する塗布液の粘度や塗布速度、目標とする塗布膜厚などに基づいて、塗布開始時に塗布液流出路内で塗布液が動き出す際の流出抵抗の大きさとそのためにどの様な薄膜状態になるかという実験データが、操作部52から制御部53を介してRAM55内に予め登録されており、その登録された薄膜データと所望膜厚との膜厚差だけ厚くするように、制御部53は、接離モータ駆動制御プログラムに基づいて基板2とノズル部材19との目標のギャップ位置に、接離モータ駆動回路57を介して接離モータ36を駆動させるようになっている。このようにして、制御部53は、塗布開始時近傍の薄膜が所望の目標膜厚で一定化するように、基板2に対してノズル部材19を、塗布開始時には通常の定常状態の塗布時のギャップよりも近接させておいて塗布を開始し、その後徐々にそのギャップを広くして、塗布液流出路内で塗布液が動き出してその流出速度が定常状態になるのに対応して通常の塗布時のギャップの大きさまで離間するように制御する構成となっている。

【0044】図7は塗布開始時の移動距離に対する膜厚の関係を示し、(a)はパラメータが基板とノズル部材との相對移動速度の場合の図、(b)はパラメータが塗布液の粘度の場合の図である。

【0045】図7(a)において、基板2とノズル部材

1.9との被塗布面2.2に沿った相対移動速度 $v_1 \sim v_3$ は、 $v_1 < v_2 < v_3$ であって、この相対移動速度が早くなるほど塗膜厚は厚くなる。例えば相対移動速度 $v_1$ では移動距離が $p_1$ まで、相対移動速度 $v_2$ では移動距離が $p_2$ まで、相対移動速度 $v_3$ では移動距離が $p_3$ まで塗膜となる領域であって、それ以降は相対移動速度に応じた一定膜厚で塗膜領域となっている。したがって、塗布開始時の塗膜化する区間は相対移動速度が遅いほど短くなる。したがって、塗布膜厚を厚くする場合には、相対移動速度が遅い状態のままで、塗布液槽2.3の液面高さや、基板2とノズル部材1.9のキャップ寸法などの塗布条件で制御する方が塗布開始時近傍の塗膜化への影響は少なくなる。なお、相対移動速度を制御して塗布開始時近傍の塗膜化を防止することについては、次の実施形態2で述べる。

【0.0.4.6】図7(b)において、塗布液の粘度 $5.0 \leq \mu < 1.0 \text{ cP}$ 、 $1.5 \text{ cP} \leq \mu < 5.0 \text{ cP}$ 、 $5.0 \text{ cP} \leq \mu < 1.0 \text{ cP}$ 、 $1.5 \text{ cP} \leq \mu < 5.0 \text{ cP}$ であって、この粘度が高くなるほど塗膜厚は厚くなる。例えば粘度 $5.0 \text{ cP}$ では移動距離が $p_1$ まで、粘度 $1.0 \text{ cP}$ では移動距離が $p_1$ まで、粘度 $1.5 \text{ cP}$ では移動距離が $p_1$ まで塗膜となる領域であって、それ以降は塗膜化に応じた一定膜厚で塗膜領域となっている。したがって、塗布開始時の塗膜化する区間は塗布液の粘度が低いほど短くなる。したがって、塗布膜厚を厚くする場合には、塗布液の粘度を低い状態のままで、塗布液槽2.3の液面高さや、基板2とノズル部材1.9のキャップ寸法などの塗布条件で制御する方が塗布開始時近傍の塗膜化への影響は少なくなる。

【0.0.4.7】以上のROM5.4、RAM5.5、制御部5.3、リニアモータ駆動回路5.6および接離モータ駆動回路5.7によって制御手段が構成されており、制御手段は、塗布開始区間の塗膜化に応じて塗布膜厚が一定になるように、ノズル部材1.9と基板2の被塗布面2.2とのキャップ寸法を可変するようにキャップ可変手段としての接離モータ3.6を制御すると共に、ノズル部材1.9と基板2を被塗布面2.2に沿って相対移動させるように移動手段としてリニアモータ1.1を制御する構成となっている。つまり、制御部5.3は、塗布開始時近傍位置の塗膜状態から所望の塗布膜厚になる膜厚変化を予測し、その予測した塗膜厚と所望の塗布膜厚との差を相殺するように、キャップ量を減少状態から通常塗布時のキャップ量まで広げることで、塗布開始時近傍で薄くなる塗布膜厚分を是正して、塗布開始時近傍においても所望の塗布膜厚とするようになっている。

【0.0.4.8】上記構成により、以下、その動作を説明する。ここでは、キャップ寸法の変化に対して塗布膜厚に差が出やすいノズル部材1.9を例にとって説明する。

【0.0.4.9】まず、所定の塗布液を塗布処理する基板2を搬送ロボット(図示せず)などによって搬送後に、基板2の外周部を吸着ステージ3の複数の吸盤に対応させ

た状態で所定の位置に位置決めして、基板2の被塗布面を外側に向けた状態で基板2を各吸盤で吸着する。さらに、各吸盤を吸着ステージ3の凹部3.2内の所定位置に引き込んで収納することで基板2を保持する。

【0.0.5.0】次に、ノズル部材1.9の塗布液槽2.3に所定量の塗布液2.2を、図1のベース部材7上に設置されたポンプ4.3にて所定の供給速度で供給チューブ2.4を介して供給する。この塗布液槽2.3への塗布液2.2の供給は、ノズルユニット1.0の停止中に行う方がよい。これは、塗布中に塗布液槽2.3に塗布液2.2の供給を行えば、塗布液槽2.3内の塗布液2.2の液面が揺れて、その高さが変化する液面に応じた波動がノズル口9を介して伝播して塗布むらとなる虞があるためである。

【0.0.5.1】さらに、制御部5.3は、基板2の被塗布面2.2に対する原点位置にノズルユニット1.0におけるノズル部材1.9のノズル口9を上方向または下方向に移動するべく、ノズルユニット1.0と共にベース部材7をリニアモータ1.1によって移動させる。このとき、ROM5.4内に登録されたリニアモータ駆動制御プログラムとその制御データに基づいて、制御部5.3が、その制御信号をリニアモータ駆動回路5.6に出力することで、リニアモータ駆動回路5.6がリニアモータ1.1を駆動してベース部材7上のノズルユニット1.0におけるノズル部材1.9を基板2の被塗布面2.2に対する所定の塗膜の位置に原点復帰させることができる。この場合の制御データは、基板2の保持位置が精密な場合には、登録された原点データであり、また、マニュアル的に操作部5.2から所定の高さ位置が入力されたデータであってもよい。さらに、塗布液2.2の塗膜の位置に原点センサ(図示せず)を設けて、その原点センサ(図示せず)がベース部材7を検知する所定の塗膜の位置で、制御部5.3がベース部材7を停止するようにリニアモータ駆動回路5.6を介してリニアモータ1.1を駆動制御してもよい。

【0.0.5.2】さらに、基板2の被塗布面2.2とノズル部材1.9のノズル口9との所定のキャップ寸法に移動するべく、接離モータ3.6の駆動によるボールねじ4.0および移動部材4.1によりノズル部材1.9のノズル口9を基板2の被塗布面に対して接近または離間するように移動させる。このとき、ROM5.4内に登録された接離モータ駆動制御プログラムとその制御データに基づいて、制御部5.3が、その出力制御信号を接離モータ駆動回路5.7に出力し、接離モータ駆動回路5.7が接離モータ3.6を駆動してベース部材7上のノズル部材1.9を、図8(a)に示すように基板2の被塗布面2.2に対する所定の近接キャップ位置に移動させる。この場合の制御データは、塗布液2.2の粘度や目標塗布膜厚、塗布速度、液面高さなどの各種塗布条件に基づいて、塗布液、流出路内で塗布液が動き出す際の流出抵抗の大きさに応じて塗布開始時近傍の塗膜分を補償することを考慮して、設定され登録されたキャップデータ(所定キャップ位置



データ)であってもよく、また、これらの各種塗布条件に基づいて塗布開始時近傍の塗膜分を補償することを考慮した実験ギャップデータを参照してマニュアル的に操作部52から入力されたギャップデータであってもよい。この目標ギャップ位置にノズル部材19aを移動させたとき、前記圧力設定機構を動作させて塗布液槽23内の圧力を大気圧とするかまたは一時的に高のるなどによるディスペンス動作によって基板2の被塗布面2aとノズル部材19aの前端面27との間には、塗布液22が毛管現象で塗布液槽23内から汲み上げられて液溜りが形成される。

【0053】さらに、基板2の被塗布面2aに所定の塗布膜厚で塗布するべく、操作部52のスタートキーを操作すると、前記圧力設定機構により塗布液槽23内を大気開放にするとともにROM54内に登録されたリニアモータ駆動制御プログラムとその制御データ、および接触モータ駆動制御プログラムとその制御データに基づいて、制御部53は、その出力制御信号をリニアモータ駆動回路56に出力し、リニアモータ駆動回路56がリニアモータ11を駆動してベース部材7をノズルユニット10と共に基板2の被塗布面2aに対して下方向に移動させると共に、登録されたギャップデータに基づいて、基板2とノズル部材19aとのギャップ寸法を広げる方向にギャップ制御をしつつ所望の一定膜厚で塗布を行うことになる。

【0054】このとき、この制御部53による制御ルーブは開ループであり、目標塗布膜厚や塗布液の粘度、ギャップ寸法などの各種塗布条件に基づいて、RAM55に登録された塗布開始時近傍位置の塗膜データ(実験データ)と所望の目標膜厚との膜厚差だけ厚くするように基板2とノズル部材19aとの所定のギャップ寸法を演算してギャップデータを得るが、RAM55に登録したギャップデータ(実験データ)を持つようにしておき、この所定のギャップデータによる目標ギャップ位置に、制御部53は接触モータ駆動制御プログラムによって、接触モータ駆動回路57を介して接触モータ36を駆動させてノズル部材19aを相次移動させるようになっている。このようにして、塗布開始時点から所望膜厚となるまでの塗布開始区間で、制御部53は、ノズル走行させて塗布を行いつつ、基板2の被塗布面2aに対してノズル部材19aを接近状態から離間させるように制御が為され、塗布開始区間の塗膜分を補償して一定膜厚とする。

【0055】このノズル走行において、まず、図8(b)に示すように、ノズル部材19aの前端面27の上端27bが基板2の塗布開始位置にくるまでの時間内は、図8(a)に示す近接ギャップ位置から図8(b)に示す塗布用の所定ギャップ位置までノズル部材19aを離間するように、制御部53が接触モータ36を駆動制御してノズル部材19aを移動させるようにする。そ

の後、図8(c)～図8(e)に示すようにノズル部材19aを下方方向に移動させつつ同一のメニスカスカーブで同一膜厚に塗布する。

【0056】以上のように、本実施形態1によれば、ノズル部材19と基板2の被塗布面2aとのギャップ寸法が狭いほど厚膜化する塗布特性を用いて、塗布開始時近傍の塗膜分を相殺して塗布開始時近傍の塗布膜厚を所定膜厚に一定化することができる。この塗布開始時点から所望膜厚となるまでの塗布開始区間において、スリット26内に停止していた塗布液の動きだけが遅いだけ、上記ギャップ寸法を狭くすることによって、基板2に塗布されて消滅される液溜り減少比率が高くなることと毛管現象が強くなることによっても、塗布液槽23からスリット26を通して供給される液量を増やすことができるため、塗布開始位置から所望の一定膜厚を得ることができる。従来のような塗布開始時近傍における薄膜化を防止することができる。

【0057】また、従来の回転塗布方式のように基板2を水平に支持せず基板2を立設するために、その設置スペースの縮小を図ることができる。また、従来の回転塗布方式のように基板2を回転させた遠心力で塗布液を周りに振りまきつつ塗布するのではなく、立設した基板2に対して、基板2の被塗布面に沿ってノズル部材19aをリニアモータ11で移動させつつ、毛管現象で供給された塗布液を基板2の被塗布面に塗布するため、塗布液の断約を図ることができる。

【0058】(実施形態2)上記実施形態1では基板2とノズル部材19の前端面27とのギャップ寸法を制御して塗布開始時近傍においても一定膜厚とする場合について説明したが、本実施形態2では基板2とノズル部材19との相対移動速度を制御して塗布開始時近傍においても一定膜厚とする場合である。

【0059】図5(b)は基板とノズル部材との相対移動速度と塗布膜厚との関係を示す図である。

【0060】図5(b)に示すように、基板2とノズル部材19との相対移動速度である塗布速度に応じて塗布膜厚は直線的に変化する特性があり、この塗布速度が早くなるほど、それに応じて塗布膜厚が厚くなる。これは、例えば前端面27の上端27bに形成される図4のメニスカスのカーブ形状が、塗布速度であるノズル走行速度が早くなると極く(曲率半径が大きい)なって膜厚が厚くなり、また、そのノズル走行速度が遅くなるときつ(曲率半径が小さい)なって膜厚が薄くなるためである。

【0061】この図5(b)の相対移動速度に応じて塗布膜厚が変化する特性で、塗布開始時近傍で薄膜化する特性を、塗布開始時近傍でも所望の塗布膜厚で一定化するように補正することができる。つまり、この塗布開始時点から所望膜厚となるまでの塗布開始区間で薄膜化に応じて相対移動速度を変化させること、即ち、相対移動

速度が一定であれば塗布開始時近傍の薄い膜厚状態から所望の塗布膜厚になってくるが、この薄い膜厚状態の変化を予測し、その予測した薄い膜厚状態と所望の目標膜厚との膜厚差に応じて塗布開始時の移動速度を高速にした後、相対移動速度を高速状態から通常速度までの減少させることで、塗布開始時近傍で薄くなる塗布膜厚を是正するように制御すれば、この塗布開始時点から所望膜厚となるまでの塗布開始区間においても所望の塗布膜厚で一定にすることが可能となる。この場合にも、スリット26内に停止していた塗布液が動き出して定常速度に達するまでにはある程度の時間を要することになるが、本発明では、この塗布液流出路内で塗布液が動き出す際の流出抵抗の大きさに応じてそれによる遅延化を補償するように相対移動速度を高速とすることで塗布開始位置から所望の膜厚が得られることになる。

【0062】本実施形態2の制御構成は図5の場合と、ROM54、RAM55、制御部53、リニアモータ駆動回路56および接離モータ駆動回路57によって制御手段が構成されている点は同様であるが、この制御手段の制御内容が、この塗布開始時点から所望膜厚となるまでの塗布開始区間の遅延化分を相殺して塗布膜厚が一定になるように、ノズル部材19と基板2との被塗布面2aに合った相対移動速度（塗布速度）を変換するように移動手段としてのリニアモータ11を制御する点が異なっている。つまり、相対移動速度が一定であれば、塗布開始時近傍の薄い膜厚状態から所望の塗布膜厚になっていくが、制御部53はこの膜厚変化を予測し、その予測した薄い膜厚と所望の目標膜厚との膜厚差を相殺するように、相対移動速度を高速状態とした後に通常塗布時の塗布速度まで減速することで、この塗布開始時点から所望膜厚となるまでの塗布開始区間で薄くなる塗布膜厚分を是正して、塗布開始時近傍においても所望の一定塗布膜厚とすることができるようになっている。

【0063】上記構成により、以下、その動作を説明する。ここでは、傾斜面の前端面上部29を有するノズル部材19bを例にとって説明する。

【0064】まず、所定の塗布液を塗布処理する基板2を搬送ロボット（図示せず）などによって搬送した後、基板2の周囲を吸着ステーション3の複数の吸盤に対応させた状態で所定の位置に位置決めして各吸盤（図示せず）で基板2の周囲を吸着して保持する。さらに、ノズル部材19b内の塗布液槽23に所定量の塗布液22を、図1のヘース部材7上に設置されたポンプ43にて所定の供給速度で供給チューブ24を介して供給する。さらに、制御部53は、その基板2のサイズと被塗布面に対する傾き位置にノズル部材19bのノズル口9を、上方向または下方向に移動すべく、ノズルユニット10と共にヘース部材7をリニアモータ41によって移動させるように制御する。さらに、目的とする塗布膜厚になるように、制御部53は、塗布液の粘度、塗布速度およ

び液面高さなどの各種塗布条件に基づいて、基板2の被塗布面と前端面27のノズル口9との所定のギャップ寸法を算出してギャップデータを求めるかまたは、登録された実験データから選択してギャップデータを求める。このギャップデータに基づいて、制御部53は、接離モータ35の駆動によってボールねじ40などを介してノズル部材19bを基板2に接近または離間するように移動させる。このとき、基板2の被塗布面2aとノズル部材19bの前端面27との間には、前記圧力設定機構を動作させて塗布液槽23内の圧力を大気圧とするかまたは、一時的に高めるなどによるディスペンス動作によって塗布液が毛管現象で塗布液槽23内から汲み上げられて液滴りが形成される。

【0065】次に、基板2の被塗布面2aに、目標とする塗布膜厚で塗布すべく、操作部52のスタートキーを操作すると、前記圧力設定機構により塗布液槽23内を大気開放にするとともに制御部53からリニアモータ駆動回路56を介してリニアモータ11が下方向に所定の高速で移動するように駆動開始され、その後徐々に通常塗布速度まで減速するように駆動されて、基板2の被塗布面2aに塗布開始近傍位置においても所定の目標膜厚で一定に塗布が行われる。

【0066】つまり、この制御部53による制御ルーブは閉ループであり、目標塗布膜厚や塗布液の粘度、ギャップ寸法などの各種塗布条件に基づいて、RAM55に登録された塗布開始時近傍の遅延データ（実験データ）と所望の目標膜厚との膜厚差だけ厚くするように基板2とノズル部材19bとの相対移動速度を算出して速度データを求めるか、RAM55に登録した相対移動速度データ（実験データ）を持つようにしておき、この所定の速度データによる相対移動速度に、制御部53はリニアモータ駆動制御プログラムによって、リニアモータ駆動回路56を介してリニアモータ11を駆動させてノズル部材19bを下方向に移動させるようになっており、このようにして、塗布開始時点から所望膜厚となるまでの塗布開始区間で、制御部53は、ノズル走行速度を高速から通常の塗布速度まで減速させるように制御し、塗布開始区間の遅延分を相殺して一定膜厚とする。

【0067】このとき、まず、ノズル走行において、図9（a）に示す塗布始めのノズル口9からの液面到達距離 $x$ が、塗布の定常状態において液面が毛管現象などで上昇することができる高さ $y$ よりも低くなるように、ノズル部材19bを基板2に対して位置させる。ノズル部材19bを基板2に対して相対的に下降させて塗布を開始すると、ノズル部材19bの前端面上部29を液面が上昇しはじめ、その後図9（b）に示すように一定高さ $y$ となって塗布の定常状態となるが、このようにノズル部材19bの前端面上部29の通常塗布時のノズル口9からの所定液面到達距離 $x$ にメニスカスカーブののびるまでの時間内に、ノズル走行速度を高速から通常



の塗布速度まで加速させるように、制御部５３がリニアモータ１４を駆動制御してノズル部材１９ｂを下方向に移動させるようにする。その後、図９（ｃ）に示すようにノズル部材１９ｂを下方向に移動させつつ上記所定液面到達距離Ｙにある同一のメニスカスカーブＤで同一膜厚に塗布されることになる。

【００６８】このときのノズル部材１９ｂと基板２との相対移動速度（塗布速度）および塗布膜厚との関係を図９（ｄ）に示す。図９（ｄ）では、本実施形態についての結果を実験で、比較例として従来例として先に説明した時間平均＝１．４１Ａの３号公報の構成についての結果を破線で示し、それぞれのグラフは定常状態の値で正規化してあって、目盛り１が定常状態の値を示す。

【００６９】比較例においては塗布開始後、メニスカスカーブの移動速度（図示せず）が一定になるようにノズル部材の移動速度を一時的に定常速度よりも高いメニスカスカーブの移動速度が一定になるのに応じてノズル部材の移動速度をも定常速度に戻している。これにより、塗布の初期においては塗布膜厚は比較的急峻に上昇しているが、メニスカスカーブの移動速度が一定になりノズル部材の移動速度が定常速度に戻っても、塗布膜厚は依然として定常状態の値には達しておらず、薄膜化する傾向が残っていることがわかる。これは、メニスカスカーブの移動速度が定常状態であっても、ノズル部材の塗布液流出路内での塗布液の速度が、塗布液が動き出す際の流出速度により、未だに定常速度に達していないためである。その後、ノズル部材の塗布液流出路内での塗布液の速度は緩やかに上昇し、その速度が定常状態に達したときに、塗布膜厚も定常状態の値となるが、塗布開始時の薄膜化がかなり広い範囲に残っていることがわかる。

【００７０】それに対して本実施形態においては、塗布開始時からノズル部材の塗布液流出路内で塗布液が動き出す際の流出抵抗の大きさに応じて、それによる薄膜化を補償するように、相対移動速度を比較例よりもさらに高速としている。そして、比較例においてはメニスカスカーブの移動速度が一定になるとともにノズル部材の移動速度を定常速度に戻しているとき（図９（ｄ）中の１．５点）でも、本実施形態ではノズル部材の塗布液流出路内での塗布液の速度が塗布液が動き出す際の流出速度により定常速度に達していないので依然として定常状態の塗布速度よりも大きな塗布速度を保持している。そのため、塗布の初期においては塗布膜厚は比較例よりも急峻に上昇し続けて比較例よりも速く定常状態の塗布膜厚に達する。そして、ノズル部材の塗布液流出路内での塗布液の速度が定常状態に達した位置（図９（ｄ）中の１．２点）において、塗布速度が定常状態の速度になるように制御されている。これにより、本実施形態では定常状態の塗布膜厚に達するのが比較例と比べてきわめて早く、塗布開始時における薄膜化の発生範囲を顕著に低減して

いる。

【００７１】以上のように、本実施形態２によれば、ノズル部材１９と基板２との相対移動速度が早いほど厚膜化する塗布特性を用いて、塗布開始時近傍の薄膜化を補償して塗布開始時近傍の塗布膜厚を所定膜厚に一定化することができる。この塗布開始時近傍から所望膜厚となるまでの塗布開始時間区間において、上記相対移動速度を早くすることで、基板２に塗布されて消費される塗布液の液量が多くなることによって、スリット２５内に停止していた塗布液の動きだじがよくなるため、塗布開始位置から所望の一定膜厚を得ることができ、従来のような塗布開始時近傍における薄膜化を防止することができる。

【００７２】（実施形態３）上記実施形態１ではキャップ寸法を制御して塗布開始区間においても一定膜厚とする場合について説明し、上記実施形態２では相対移動速度を制御して塗布開始区間においても一定膜厚とする場合について説明したが、本実施形態３では、塗布液槽内の液面高さを制御して塗布開始区間においても一定膜厚とする場合である。

【００７３】図５（ｄ）は塗布液槽内の液面高ささと塗布膜厚との関係を示す図である。

【００７４】図５（ｄ）に示すように、塗布液槽内の液面高さに応じて塗布膜厚が変化する。つまり、塗布液槽内の液面高さが高い程、塗布膜厚も厚くなり、また、その液面高さが低い程、塗布膜厚も薄くなる。

【００７５】この図５（ｄ）の液面高さに応じて塗布膜厚が変化する特性で、塗布開始時点から所望膜厚となるまでの塗布開始区間で薄膜化する特性を、塗布開始近傍位置においても所望の目標膜厚で一定化するように補正することができる。つまり、この塗布開始区間で薄膜化に応じて液面高さを変化させること、即ち、液面高さが一定であれば塗布開始時近傍の薄い膜厚状態から所望の目標膜厚に変化するが、この薄い膜厚状態の変化を予測し、その予測した薄い膜厚状態と所望の目標膜厚との膜厚差に応じて塗布開始時の液面高さを高くした後、所定の高い液面高さから通常塗布時の液面高さまでの液面高さを低下させることで、この塗布開始区間で薄くなる塗布膜厚を是正するように制御すれば、この塗布開始区間においても所望の目標膜厚で一定化することが可能となる。

【００７６】図１０は、本発明の実施形態３における塗布装置の概略構成を示す模式図であり、図１～図３と同様の作用効果を実現する部材には同一符号を付してその説明を省略する。

【００７７】図１０において、塗布液２を供給可能なノズル手段としてのノズル部材６０には、上記塗布液槽２３の底に、気層のない液溜り部６１が形成されている。この液溜り部６１は、斜め上方に位置するノズル口９に塗布液流出路としてのスリット５２を介して連結されていると共に、その液溜り部６１の不平方部には塗布

液供給管25の一端が連結されている。この外部液供給管62bの他端は、塗布液22を所定量貯留可能な外部塗布液槽63の底部に連結されている。この外部塗布液槽63の上部蓋64には塗布液供給管65が連結されており、外部塗布液槽63にポンプ43により塗布液22が供給可能となっていると共に、バルブ65によって塗布液22が流量調整可能となっている。また、外部塗布液槽63には、その内部に貯留される塗布液の液面よりも上方部分において外部塗布液槽63内部と通じてその内部を加圧し、減圧し、または大気開放にするための圧力設定機構（図示せず）が接続されている。

【0078】また、外部塗布液槽63には、塗布液22の液面高さを検出する液面高さ検出手段としての複数の光センサなどよりなる各液面センサ67が高さ方向に順次配設されている。この外部塗布液槽63の下方位置には、外部塗布液槽63の高さを可変自在な液面高さ可変手段としての増高可変手段68が配設されている。これらの液面センサ67と増高可変手段68との間には制御手段69が設けられており、制御手段69は、塗布開始時点から所望膜厚となるまでの塗布開始区間の液膜分を相殺して塗布膜厚が一定になるように、液面高さ検出手段としての各液面センサ67で検出した液面高さを基準として増高可変手段68を制御するように構成されている。

【0079】図11は、図10の増高可変機構の具体的な構成を示す一部分解斜視図であり、図12は、図11のXX線断面図である。

【0080】図11および図12において、下板80と上板81の間に3本のガイド軸82が立設されて固定されており、これらの3本のガイド軸82がそれぞれ、可動板83に固定された各ボールブッシュ84を通じた状態で下板80と上板81の間を3本のガイド軸82で案内されて上下に移動自在に構成されている。外部に対する防塵のために、上板81と可動板83の間の各ガイド軸82の周りにはそれぞれ、伸び縮み自在なベローズ85がそれぞれ設けられており、また、下板80上に設けられ各ガイド軸82およびリニアアクチュエータ75を覆う筒状部材80aと可動板83の間にも各ガイド軸82およびリニアアクチュエータ75を覆う伸び縮み自在なベローズ86が設けられている。また、可動板83と上板81の間にこの可動板83の下面中央位置にストッパ87が設けられている。このストッパ87はリニアアクチュエータ75のアクチュエータ部88の先端部が当接するように、リニアアクチュエータ75が上向きに、下板80上に立設された固定部材89に固定されている。この場合、アクチュエータ部88の先端部は上下に自由自在に構成されており、その先端部の上下移動に伴って可動板83を上下に移動可能ように構成されている。

【0081】また、この可動板83の側面には取付け板

90を介してタンク固定部材91が固定されており、このタンク固定部材91は略C型に構成されている。また、この略C型の穴91aに外部塗布液槽63の外周部を差し込み可能になっており、その略C型の穴91aに外部塗布液槽63を差し込み後に、クランプ方式のロック機構92によってその略C型の穴91aを締結して外部塗布液槽63を固定可能としている。また、この取付け板90には、タンク固定部材91の略C型の穴91aの下方位置で突き出すように2本の丸棒93が固定されており、これらの2本の丸棒93によって略C型の穴91aに外部塗布液槽63を差し込んだ際にストッパーとなって高さ方向の位置決めとなるように構成されている。

【0082】さらに、タンク固定部材91の下面側には取付け板94を介して9個の液面センサ67が高さ方向に所定間隔を置いて配設されている。この場合の各液面センサ67は反射型的光センサであって、外部塗布液槽63の容器を透明容器とし、光センサの投光部から出射した光の反射率が透明容器内の液の有無で異なり、投光部からの出射光が受光部に戻るかどうかで透明容器内の液の有無が判別可能である。さらに、この外部塗布液槽63の上部に設けられた上部蓋64には塗布液供給管65および、槽内部と外部とを連通する連通管95が連結されており、また、外部塗布液槽63の底部には、一端がノズル部材60に連結された塗布液供給管62bの他端が連結されている。

【0083】さらに、可動板83には、可動板83の下面側に位置するベローズ85の内部と、動板83の上側に位置する各ベローズ85の内部とをそれぞれ連通する各呼吸孔96がそれぞれ設けられており、可動板83が上下にスムーズに移動可能になっている。また、この可動板83の原点高さ位置を検出する近接センサ97が配設されており、この近接センサ97による可動板83の検出により、制御部71は原点高さ位置と判断するようになっている。さらに、筒状部材80aには、窒素ガスの流入口98aおよび流出口98bと、リニアアクチュエータ75と電気的に接続されるコネクタ99とが設けられている。なお、以上の図10の増高可変機構は、図1のベース部材7上に設置されて用いられることになる。

【0084】図13は、図10の塗布装置の概略制御構成を示すブロック図であり、図6と同様の作用効果を実現する部材には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0085】図13において、操作部52が接続されている制御部71はROM72およびRAM73に接続されており、ROM72内に記憶された各制御プログラムで用いる制御データを操作部52からRAM73内に書き込み可能である。また、これらの操作部52、ROM72およびRAM73が接続される制御部71は、リニアアクチュエータ駆動回路74を介して増高可変手段

6.8としてのアクチュエータ7.5に接続されると共に、液面センサ6.7に接続されており、ROM7.2内に登録されたリニアアクチュエータ駆動制御プログラムと、操作部5.2から入力されたリニアアクチュエータ駆動制御プログラムに対応した制御データに基づいて、液面センサ6.7で検出した塗布液2.2の液面位置を基準にして、制御部7.1は、その出力制御信号をリニアアクチュエータ駆動回路7.4に出力し、アクチュエータ駆動回路7.4がリニアアクチュエータ7.5を駆動して外部塗布液槽6.3の高さ位置を、塗布開始時近傍の薄膜分を補充して一定の目標膜厚にすることを考慮した目標液面高さ位置から通常塗布時の高さ位置まで低下させるように外部塗布液槽6.3を移動させる構成である。

【0086】この場合の制御データは、塗布液2.2の粘度や目標塗布膜厚、塗布速度、ギャップ量などの各種塗布条件に基づいて、塗布開始時近傍の薄膜分を補償することを考慮して設定され登録された液面高さデータ（所定液面高さ位置データ）であってもよく、また、これらの各種塗布条件に基づいて塗布開始時近傍の薄膜分を補償することを考慮した実験液面高さデータを参照してマニュアル的に操作部5.2から入力された液面高さデータであってもよい。

【0087】つまり、塗布する塗布液の粘度、塗布速度およびギャップ量、目標とする塗布膜厚に基づいて、塗布開始時に予めどの様な薄膜状態になるかという実験データが、操作部5.2から制御部7.1を介してRAM7.3内に登録されており、その登録された実験データと所望膜厚との膜厚差だけ厚くするように、制御部7.1は、リニアアクチュエータ駆動制御プログラムに基づいて外部塗布液槽6.3を目標液面高さ位置まで持ち上げるように、リニアアクチュエータ駆動回路7.4を介してリニアアクチュエータ7.5を駆動させるようになっている。このようにして、制御部7.1は、塗布開始時近傍の薄膜が所望の目標膜厚で一定化するように、リニアアクチュエータ7.5を所定の伸長位置（上記目標液面高さ位置）から通常塗布時の長さ位置に収縮するように制御されることになる。

【0088】以上のROM5.4、RAM5.5、制御部5.3、リニアモータ駆動回路5.6、接離モータ駆動回路5.7およびリニアアクチュエータ駆動回路7.4によって制御手段が構成されており、制御手段は、塗布開始区間の薄膜分を相殺して塗布膜厚が目標膜厚で一定になるように、外部塗布液槽6.3の液面高さをを可変する液面高さ可変手段としてのリニアアクチュエータ7.5を制御すると共に、ノズル部材1.0と基板2を被塗布面2.1に沿って相対移動させるように移動手段としてのリニアモータ1を制御する構成となっている。つまり、液面高さが一定であれば、塗布開始時の薄い膜厚状態から所望の目標膜厚になっていくが、制御部5.3はこの膜厚変化を予測し、その予測した薄い膜厚と所望の目標膜厚との膜厚差

を相殺するように、塗布開始時近傍の薄膜分を補償して一定の目標膜厚にすることを考慮した高位液面高さ位置とした後に通常塗布時の液面高さ位置まで低下させることで、塗布開始時近傍で薄くなる塗布膜厚分を是正して、塗布開始時近傍においても所望の目標膜厚で一定化するようにしている。

【0089】上記構成により、以下、その動作を説明する。

【0090】まず、所定の塗布液を塗布処理する基板2を搬送ロボット（図示せず）などによって搬送後に、基板2を吸着ステージ3の粗致の吸盤（図示せず）に対応させた状態で所定の位置に位置決めして吸盤（図示せず）で基板2を吸着して保持する。さらに、外部塗布液槽6.3に所定量の塗布液2.2をポンプ4.3にて補充する。この補充は、最上位置の液面センサ6.7が液面を検知するまで行われることになる。

【0091】次に、基板2の被塗布面に対する原点位置にノズルユニット1.0におけるノズル部材6.0のノズル口を上方向または下方向に移動させるべく、ノズルユニット1.0と共にベース部材7をリニアモータ1.1によって直線移動させる。また、基板2の被塗布面2.1とノズル部材6.0の前端面との所定のギャップ量に移動させるべく、ノズル部材6.0を基板2に対して接離モータ3.6によってボールねじ4.0などを介して接近または離間するように移動させる。

【0092】このとき、基板2の被塗布面2.1とノズル部材6.0の前端面との間には、前記圧力設定機構を動作させて外部塗布液槽6.3内の圧力を大気圧とするがまたは一時的に高めるなどによるデイスパンス動作によって塗布液2.2が毛管現象で外部塗布液槽6.3から液溜り部6.1内から汲み上げられて液滴りが形成されている。また、可動板8.3は外部塗布液槽6.3と共に、近接センサ9.7による可動板8.3の位置検知により原点位置に停止しており、外部塗布液槽6.3内の塗布液2.2の液面高さ位置は所定の原点位置となっている。

【0093】さらに、基板2の被塗布面2.1に所定の塗布膜厚で塗布するべく、操作部5.2のスタートキーを操作すると、前記圧力設定機構により外部塗布液槽6.3内を大気開放にするとともに制御部7.1からリニアモータ駆動回路5.6を介してリニアモータ1.1が下方向にギャップ量に応じた所定の塗布速度で駆動されると共に、制御部7.1がリニアアクチュエータ7.5のアクチュエータ部8.5を上方向に突き出させて可動板8.3を上昇させ、所定の高位液面高さ位置になるように外部塗布液槽6.3を持ち上げた位置から通常塗布時の液面高さ位置まで低下させることで、基板2の被塗布面2.1に、塗布開始時点から所定の目標膜厚で一定に塗布が行われる。

【0094】このとき、この制御部5.3による制御ルーブは開ループであり、目標とする塗布膜厚や塗布液の粘



異、ギャップ寸法および相対移動速度（塗布速度）などの各種塗布条件に基づいて、RAM55に登録された塗布開始時の濃度データ（実験データ）と所望の高位膜厚との膜厚差だけ厚くするように、外部塗布液槽63内の液面高さを決定して高さデータを取得し、RAM55に登録した液面高さデータ（実験データ）を持つようにしておく。この高さデータによる外部塗布液槽63の所定の高位高さ位置に、制御部53はリニアアクチュエータ駆動制御プログラムによって、リニアアクチュエータ駆動回路74を介してリニアアクチュエータ75を駆動させて、アクチュエータ部86を上方向に突き出させて可動板63を上昇させると共に、外部塗布液槽63を持ち上げるようになっている。このようにして、塗布開始時点から所望膜厚となるまでの塗布開始区間で、制御部53は、外部塗布液槽63を上記高位高さ位置から通常塗布時の高さ位置に外部塗布液槽63を降下させる高さ制御を行いつつ、ノズル進行させて塗布を行って、塗布開始区間の濃度分を補充して所望の一定膜厚とする。

【0095】以上のように、本実施形態3によれば、外部塗布液槽63内の液面高さを高くするほど厚膜化する塗布特性を用いて、塗布開始区間の濃度分を補充して塗布開始区間の塗布膜厚を所定膜厚に一定化することができる。この塗布開始区間において、スリット26内に停止していた塗布液の動きが重なり、外部塗布液槽63内の液面高さを高くすることで、塗布液槽23からスリット26を通過して供給される液量を増やすことができるため、塗布開始位置から所望の一定膜厚を得ることができ、従来のような塗布開始区間における濃度変化を防止することができる。また、上記実施形態1に比べて本実施形態3の液面高さによる濃度変化防止制御の方が塗布膜厚の均一性が高い。

【0096】したがって、上記本実施形態1～3によれば、上記したように膜厚制御が可能となったことで、従来では不完全であった塗布開始部近傍位置の膜厚均一性をさらに向上させることができる。

【0097】また、従来では膜厚の不均一領域が長くなってしまい、基板有効領域に濃度領域が入ってしまうため採用することができなかった高速度塗布を可能にすることができる。これによって、塗布時間が短縮されることから基板のスループットが上がることになる。

【0098】さらに、従来では膜厚の不均一領域が長くなってしまい、基板有効領域に濃度領域が入ってしまうため採用することができなかった高粘度の塗布液の使用を可能にすることができる。これによって、塗布液の使用に対する自由度が向上し、塗布形成可能な膜厚値が広くとれるようになる。

【0099】なお、上記実施形態1、2ではノズル部材19内に塗布液槽23を設けたが、ノズル部材19の外部に外部塗布液槽を設けてもよい。この場合、外部塗布液槽であればメンテナンスも容易である。また、上記実

施形態3ではノズル部材60の外部に外部塗布液槽63を設けたが、このノズル部材60内に内部塗布液槽を設けてもよい。この場合、内部塗布液槽内にフロートを設け、このフロートを上下に移動させるフロート移動手段を設けて、このフロート移動手段によりフロートを塗布液内に沈めることで液面を上昇させたり、また、フロートを塗布液外に上げて液面を下降させることもできる。つまり、フロート移動手段は、制御手段71によって制御されて、液面センサ67で検出した液面高さを基準として、塗布開始時近傍の濃度分を補充して一定の目標膜厚にするように、フロートを塗布液内に沈めたり、また、フロートを塗布液外に出したりして液面高さを制御するように構成すればよい。

【0100】また、上記実施形態1ではギャップ寸法を制御して塗布開始区間においても一定膜厚とする場合について説明し、上記実施形態2では相対移動速度を制御して塗布開始区間においても一定膜厚とする場合について説明し、さらには、上記実施形態3では液面高さを制御して塗布開始区間においても一定膜厚とする場合について説明したが、これらの相対移動速度およびギャップ寸法、液面高さの各制御条件項目のうち少なくとも何れか2つの制御条件項目を制御して塗布開始区間においても一定膜厚とするように制御してもよい。つまり、塗布開始時近傍において厚くなる塗布膜厚の変化を、基板2とノズル部材19とのギャップ寸法による塗布膜厚の変化と、基板2とノズル部材19との相対移動速度による塗布膜厚の変化と、外部塗布液槽63内の液面高さによる塗布膜厚の変化とのうち少なくとも何れか2つの制御条件項目で相殺するようにすれば、塗布開始時近傍における濃度変化を確実に防止することができ、一定塗布膜厚となる。

【0101】さらに、上記実施形態1～3では、塗布移動機構としてリニアモータ11を用いたが、その他にボールねじによる塗布移動機構、ピエゾエレクトリックによる塗布移動機構、ワイヤードプリーおよびモータによる塗布移動機構などであってもよい。

【0102】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ノズル手段と基板の接触面とのギャップ寸法が狭いほど厚膜化する塗布特性や、ノズル手段と基板との相対移動速度が早いほど厚膜化する塗布特性、さらには、塗布液の液面高さが高いほど厚膜化する塗布特性を用いて、塗布開始時近傍の濃度分を相殺して塗布開始時近傍の塗布膜厚を所定の目標膜厚に一定化することができる。

【0103】また、従来の回転塗布方式のように基板を水平に支持せず基板を立設するために、その設置スペースの縮小を図ることができる。また、従来の回転塗布方式のように基板を基板を回転させた遠心力で塗布液を周りに振りまきつつ塗布するのではなく、立設した基板に対して、塗布方向にノズル手段を移動させつつ、毛管現象

て供給された塗布液をその搬送布面に塗布するために、塗布液の節約を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1における塗布装置の概略構成を示す斜視図である。

【図2】図1のリニアモータの概略構成を示す一部破断斜視図である。

【図3】図1のノズルユニットの概略構成図である。

【図4】図1のノズル部材の概略断面構成を示す模式図であって、(a)と(b)はそれぞれ異なるタイプを示す図である。

【図5】(a)は基板とノズル部材とのギャップ量と塗布膜厚との関係を示す図、(b)は基板とノズル部材との相対移動速度と塗布膜厚との関係を示す図、(c)は塗布液槽内の塗布液の液面高さと塗布膜厚との関係を示す図である。

【図6】図1の塗布装置の概略制御構成を示すブロック図である。

【図7】塗布開始時近傍の移動距離に対する塗布膜厚の関係を示し、(a)はパラメータが基板とノズル部材との相対移動速度の場合の図、(b)はパラメータが塗布液の粘度的場合の図である。

【図8】(a)～(c)はそれぞれ図4の基板およびノズル部材の概略断面構成に対する塗布動作を示す模式図である。

【図9】(a)～(c)はそれぞれ本発明の実施形態2における基板およびノズル部材の概略断面構成に対する塗布動作を示す模式図であり、(d)はノズル部材の移動距離と塗布速度および膜厚の関係を示す図である。

【図10】本発明の実施形態3における塗布装置の概略構成を示す模式図である。

【図11】図10の槽高さ可変機構の具体的構成を示す一部分斜視図である。

【図12】図11のX-X線断面図である。

【図13】図10の塗布装置の概略制御構成を示すブロック図である。

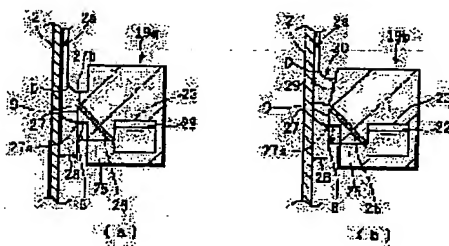
【図14】本出願人による塗布装置の概略構成を示す正面図である。

【図15】図14の塗布装置におけるA-A線の断面図である。

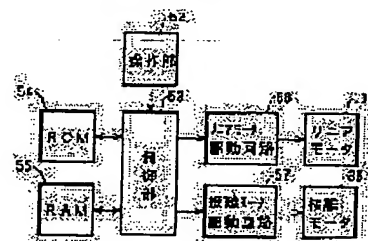
【符号の説明】

- 2 基板
- 3 吸着ステーション
- 9 ノズル口
- 10 ノズルユニット
- 11 リニアモータ
- 19, 19a, 19b, 60 ノズル部材
- 21 ギャップ可変機構部
- 22 塗布液
- 23 塗布液槽
- 26, 62a, 62b スリット
- 27 前端面
- 29 前面上部
- 35 接離モータ
- 40 ホールねじ
- 41 移動部材
- 67 液面センサ
- 52 制御部
- 53 7.1 制御部
- 54 7.2 ROM
- 55 7.3 RAM
- 56 リニアモータ駆動回路
- 57 接離モータ駆動回路
- 61 液溜り部
- 62b 塗布液供給管
- 63 外部塗布液槽
- 68 槽高さ可変手段
- 69 制御手段
- 74 リニアアクチュエータ駆動回路
- 75 リニアアクチュエータ
- 88 アクチュエータ部

【図4】

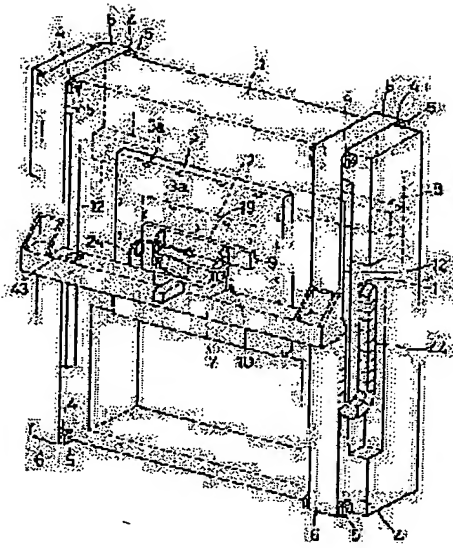


【図6】

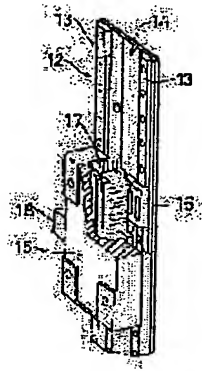




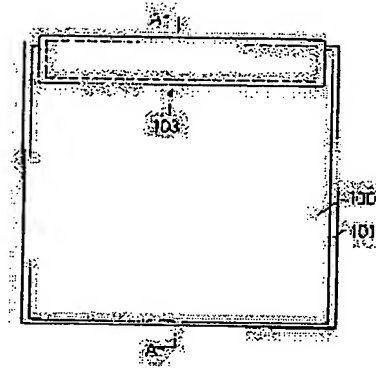
【圖 1】



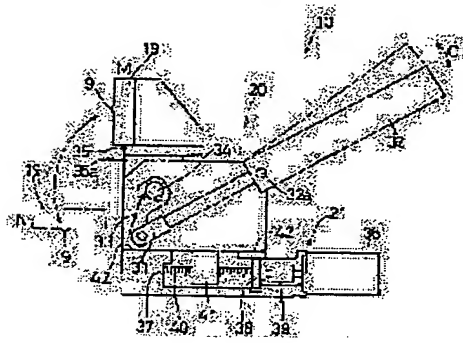
【圖 2】



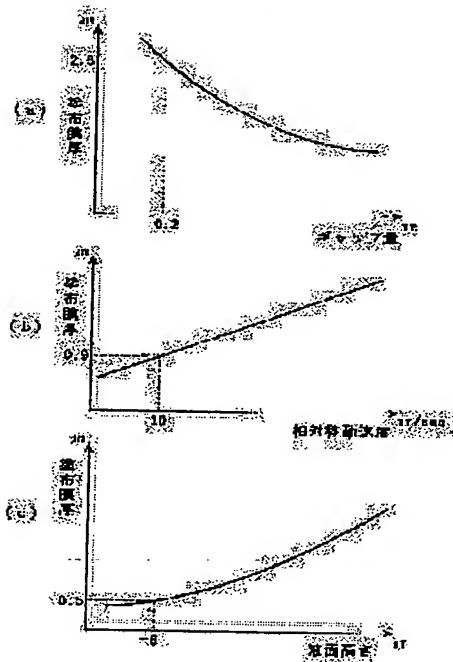
【圖 3】



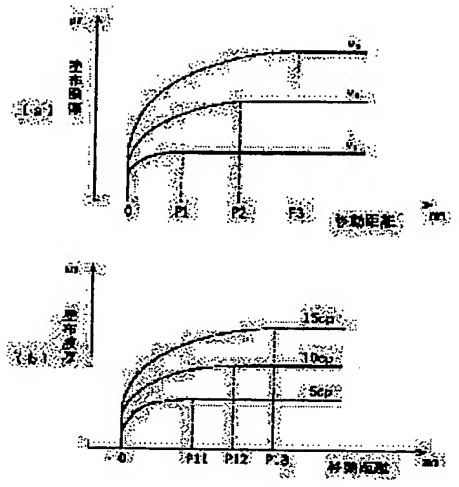
【圖 4】



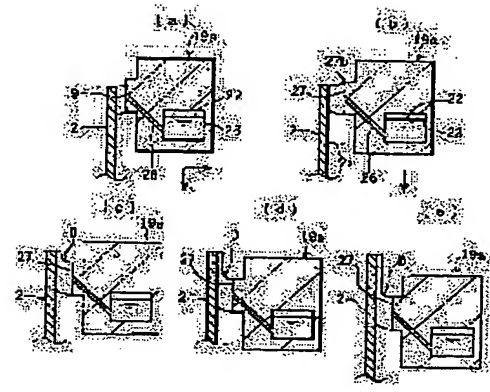
【圖 5】



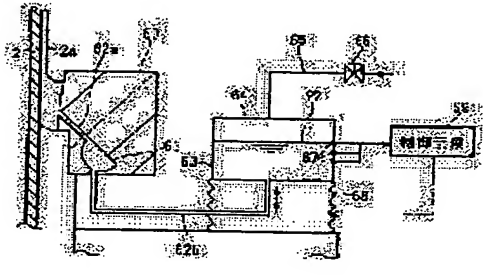
【図7】



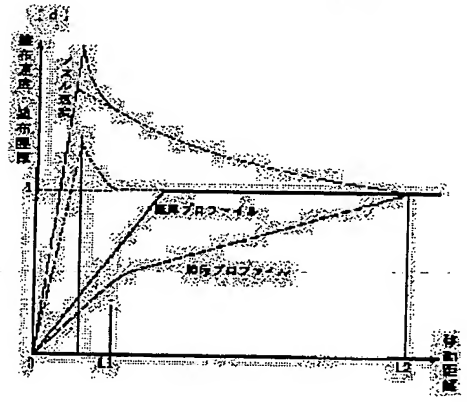
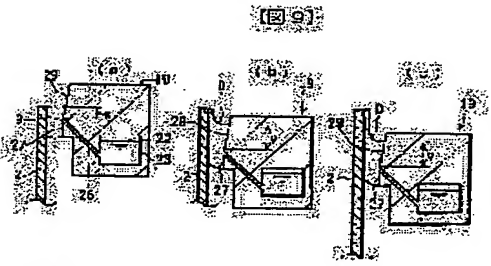
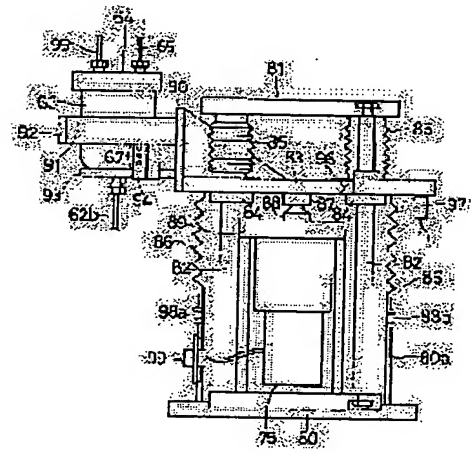
【図8】



【図10】



【図12】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**